

Математичні машини і системи. – 2009. – № 4. – С.161-168. 4. *Максимей И.В.* Имитационное моделирование вероятностных характеристик функционирования железнодорожной сети [Текст] / И.В. Максимей, Е.И. Сукач, П.В. Гируц, Е.А. Ерофеева // Математичні машини і системи. – 2008. – № 4. – С.147-153. 5. *Бобровский В.И.* Техничко-экономическое управление железнодорожными станциями на основе эргатических моделей [Текст] / В.И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2004. – №6. – С.17-21. 6. *Козаченко Д.М.* Моделювання роботи залізничного напрямку [Текст] / Д.М. Козаченко, Г.Я. Мозолевич, О.В. Власюк // Вісник ДНУЗТ. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 28. – С.143-148. 7. *Мазуренко О.О.* Визначення ефекту від оперативного формування двогрупних поїздів на базі одnogрупних призначень [Текст] / О.О. Мазуренко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №6/3(54). – С.7-13. 8. *Вернигора Р.В.* Дослідження процесів составоутворення на сортувальних станціях методами імітаційного моделювання [Текст] / Р.В. Вернигора, О.В. Пугач // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – №6/4(48). – С.52-55. 9. *Мазуренко О.О.* Визначення характеру надходження вагонів на окремі призначення плану формування [Текст] / О.О. Мазуренко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – Вип.113. – С. 128-134.

Поступила в редколлегію 19.11.2011

УДК 004.9:004.031

О.Ю. ЧЕРЕДНІЧЕНКО, канд.техн.наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків

О.В. ЯНГОЛЕНКО, асп., НТУ «ХПІ», Харків

Т.М. ЗАПОРОЖЕЦЬ, маг, НТУ «ХПІ», Харків

О.В. ЯКОВЛЕВА канд.техн.наук, доц., ХНУРЕ, Харків

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ

Наведені функціональні та нефункціональні вимоги до інформаційної системи автоматизованого тестування знань. Розглянуті сценарії роботи основних користувачів. Проаналізовані особливості процесів створення тесту, розрахунку оцінок рівня знань та надійності тесту.

Ключові слова: тестування знань, інформаційна система, програмні вимоги

Приведены функциональные и нефункциональные требования к информационной системе автоматизированного тестирования знаний. Рассмотрены сценарии работы основных пользователей. Проанализированы особенности процессов создания теста, расчета оценок уровня знаний и надежности тестов.

Ключевые слова: тестирование знаний, информационная система, программные требования

The functional and non-functional requirements for information system of automated knowledge testing are given. The main users' workflows are considered. The peculiarities of the processes of test creation, calculation of knowledge estimates and test reliability are analyzed

Keywords: knowledge testing, information system, software requirements

Вступ

Тестування є засобом контролю засвоєння студентами навчального матеріалу. Використання тестів дозволяє здійснити перехід від суб'єктивних оцінок викладачів до об'єктивних, науково обґрунтованих методів оцінки результатів навчання. Актуальність тестування підтверджується тим, що цей

метод широко використовується у вищих навчальних закладах (ВНЗ) для тренувального, проміжного та підсумкового контролю знань.

На сьогодні існує дві основні теорії, що дозволяють обробляти результати тестування та оцінювати рівень знань: класична теорія тестів (Classical Test Theory – CTT) [1, 2] та сучасна теорія вимірювань (Item Response Theory – IRT) [3-5]. CTT виділяє три основні моделі тестів: паралельні, істотно τ -еквівалентні та однорідні. В рамках IRT існують моделі для тестів з дихотомічними завданнями (моделі Раша і Бірнбаума) та багатоваріантними завданнями (моделі Graded, Nominal, Partial Credit, Rating Scale).

Задача контролю навчальних досягнень студентів з певної дисципліни може бути успішно розв'язана шляхом автоматизації необхідних для її вирішення процесів. Теоретичні засади проведення тестування розглядаються у роботах [2, 6]. Існують приклади реалізації інформаційних систем (ІС) автоматизованого тестування, що використовуються у ВНЗ [7-9]. Їх аналіз показав, що мало уваги приділяється питанням оцінки якості тестів.

Метою дослідження є підвищення ефективності процесу оцінювання результатів навчання шляхом розробки інформаційної системи автоматизованого тестування знань (ІСАТЗ).

ІСАТЗ має забезпечувати розробку тестів, проведення тестування, обробку результатів тестування та оцінювання якості тестів. Згідно зі стандартом SWEBOOK [10] першим етапом створення ІС є збір та аналіз вимог. Програмні вимоги – це властивості програмного забезпечення, які повинні бути належним чином представлені в ньому для вирішення конкретних практичних завдань. Дана робота присвячена аналізу вимог до ІСАТЗ.

Специфікація вимог

ІСАТЗ може бути частиною або окремим програмним компонентом, що інтегрується з ІС ВНЗ. ІСАТЗ повинна забезпечувати створення тестів викладачами, проведення тестування, обробку його результатів та оцінку якості тестів (рис. 1). Дані відповідей на завдання тесту можуть надходити до системи в результаті проходження студентом тесту в режимі реального часу або шляхом їх введення до бази даних (БД) викладачем. Обробка результатів передбачає розрахунок оцінки знань студента з дисципліни на основі його відповідей на тестові завдання.

Для оцінки якості отриманих результатів необхідно брати до уваги надійність тесту. Надійність відображає точність тестових вимірювань та стійкість результатів до дій випадкових факторів. Розрахунок показника надійності тесту дасть змогу науково обґрунтувати використання тестового

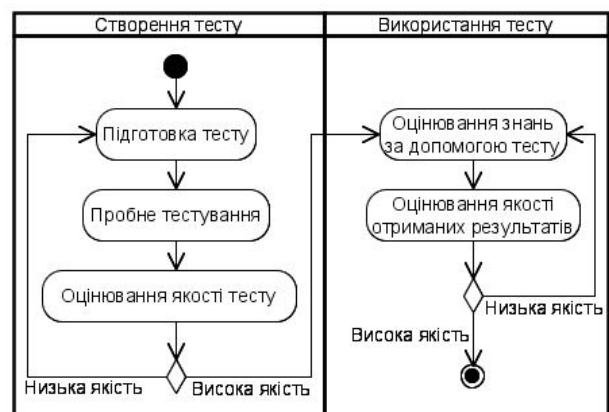


Рис. 1 Процес створення та використання тесту

методу для оцінювання знань та підтвердити достовірність отриманих результатів.

Користувачами системи є викладач, студент та адміністратор. Викладач складає тести, вводить результати проведеного тестування, розраховує оцінки рівня знань студентів та оцінки надійності тестів. Студент є виконавцем тесту. Адміністратор відповідальний за реєстрацію користувачів та супровід БД.

Основні функціональні вимоги до програмної системи з точки зору викладача, адміністратора та студента представлені у вигляді діаграм варіантів використання на рисунках 2, 3. Викладач є основним користувачем системи. Можна виділити наступні основні сценарії роботи викладача:

- складання тесту (рис. 4);
- введення результатів тестування (рис. 5);
- розрахунок оцінок рівня знань (рис. 6);
- розрахунок надійності тесту (рис. 7).

Передумовою наведених сценаріїв є той факт, що викладач є зареєстрованим користувачем та здійснив вхід у систему.

Особливістю процесу складання тесту є те, що викладач повинен задати шкалу оцінок для кожного завдання. Кожний варіант відповідей може оцінюватися у певну кількість балів відповідно до виду тестового завдання.



Рис. 2 Основні функції з точки зору викладача



Рис. 3 Основні функції з точки зору студента та адміністратора

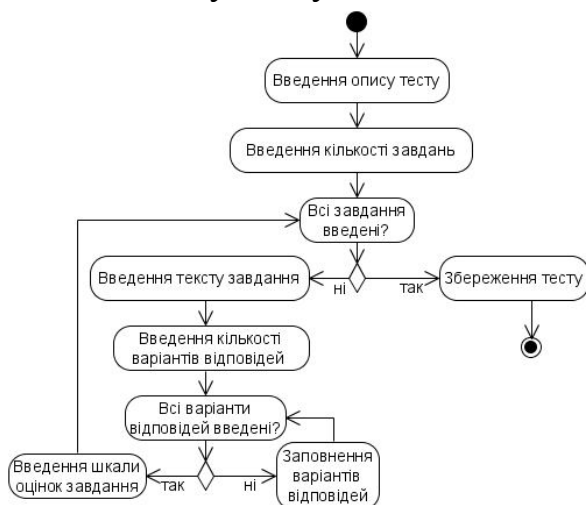


Рис. 4 Процес складання тесту

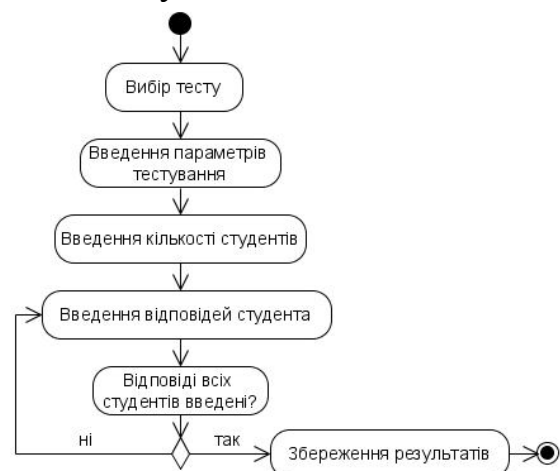


Рис. 5 Процес введення результатів тестування

У процесі введення результатів тестування до параметрів тестування належать група студентів та дата. Даний процес має місце, якщо виконання студентом тесту не автоматизоване і викладач вимушений вводити результати тестування. Однією з важливих задач, що потребує рішення при реалізації даного процесу, є зберігання та синхронізація особистих даних студентів, наприклад, їхніх прізвищ, приналежності до груп.

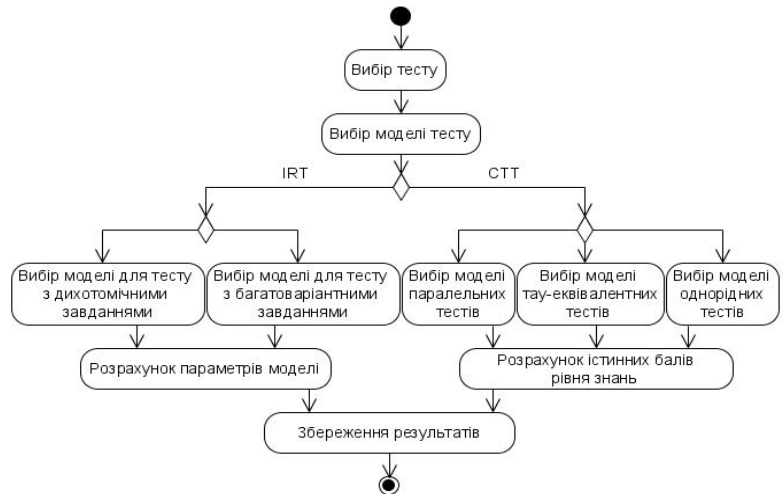


Рис. 6 Процес розрахунку оцінок рівня знань

Розрахунок оцінок рівня знань відбувається за обраною моделлю СТТ або IRT. Основною моделлю IRT є модель Раша [3]. Ця модель для тестів з дихотомічними завданнями визначає ймовірність правильної відповіді наступним чином:

$$P(X_{ij} = 1 | \theta_i, \beta_j) = f(1, \theta_i, \beta_j) = \frac{\exp(\theta_i - \beta_j)}{1 + \exp(\theta_i - \beta_j)},$$

де X_{ij} – відповідь студента i на завдання j (дорівнює 1, якщо – вірно, 0 – якщо невірно);

θ_i – латентна змінна рівня підготовленості студента i ;

β_j – латентна змінна складності завдання j .

Моделі СТТ базуються на основних припущеннях цієї теорії, до яких належать наступні [1]:

$$|Y_i = \tau_i + \varepsilon_i;$$

$$|Cov(\tau_i, \varepsilon_j) = 0;$$

$$|E(\varepsilon_i) = 0;$$

$$|Var(Y_i) = Var(\tau_i) + Var(\varepsilon_i);$$

$$|Rel = 1 - \frac{Var(\varepsilon_i)}{Var(Y_i)} \text{ або } Rel = \frac{Var(\tau_i)}{Var(Y_i)}.$$

Припущення 1 стверджує, що емпірично отриманий результат вимірювання (Y_i) представляє суму істинного результату вимірювання (τ_i) та похибки вимірювання (ε_i). Величини τ_i та ε_i невідомі. З припущення 4 про те, що дисперсія отриманих тестових балів дорівнює сумі дисперсій істинних та похибкових компонентів, витікає припущення 5 про оцінку надійності тесту.

Розрахунок оцінки надійності тесту, в першу чергу, вимагає вибору методу розрахунку. Серед них можна виділити наступні: ретестовий, метод паралельних форм, метод розщеплення, метод розрахунку надійності за внутрішньою узгодженістю тесту [2].

Припустимо, що дана система реалізує лише останні два з перелічених методів. Якщо обрано метод оцінки надійності за внутрішньою узгодженістю, то

система підтримує розрахунок коефіцієнтів Кронбаха або Кьюдера-Ричардсона KR20. коефіцієнт Кронбаха розраховується за формулою:

$$\alpha = \frac{m}{m-1} \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^m Var(Y_i)}{Var(S)} \right),$$

де m – кількість завдань в тесті;

$Var(Y_i)$ – дисперсія кожного завдання в тесті;

$Var(S)$ – дисперсія всього тесту.

Коефіцієнт KR20 [3] є окремим випадком коефіцієнта Кронбаха для дихотомічних завдань.

При виборі методу розщеплення необхідно визначити на скільки частин тест буде розщеплений та у який спосіб. Ділення в результаті дає тести, що відповідають моделі паралельних тестів. Згідно з методом розщеплення надійність кожної частини тесту дорівнює кореляції двох різних тестових оцінок Y_i та Y_j , що відповідає моделі паралельних тестів:

$Rel = Corr(Y_i, Y_j)$. Надійність всього тесту розраховується за формулою Спірмена-Брауна:

$$R = \frac{m \cdot Rel(Y_i)}{1 + (m-1) \cdot Rel(Y_i)},$$

де m – кількість паралельних тестів.

Крім функціональних вимог до ICAT3 можна висунути такі нефункціональні вимоги, як забезпечення зручності використання та здатності до перенесення.

Зручність використання є важливою, оскільки з програмною системою можуть працювати непідготовлені користувачі, що не володіють достатніми навичками роботи з комп'ютером та різним програмним забезпеченням.

Здатність до перенесення потрібна для того, щоб можна було використовувати ICAT3 на різних кафедрах в різних ВНЗ, де можуть розміщуватись комп'ютери з різними операційними системами та технічними характеристиками.

Також до нефункціональних вимог належить робота системи при навантаженні у сто одночасно працюючих користувачів. Це пояснюється тим, що в разі автоматизованого проведення тестування у ньому може брати участь одночасно кілька груп студентів.

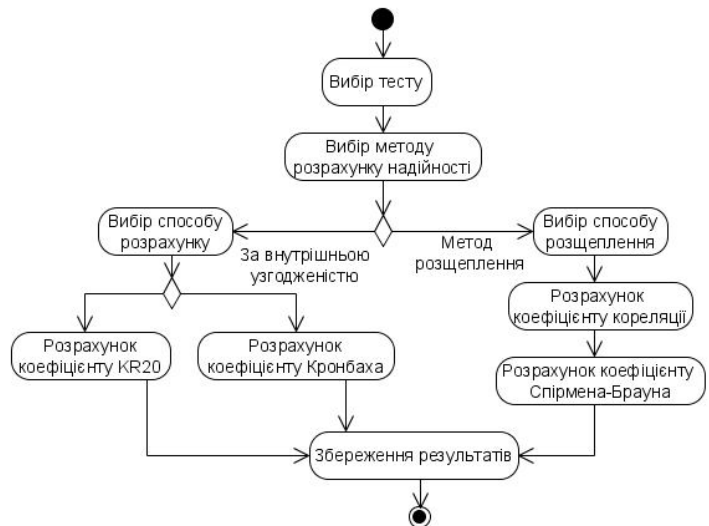


Рис. 7 Процес розрахунку оцінки надійності тесту

Висновки

Таким чином, у даній роботі поставлена задача створення інформаційної системи автоматизованого тестування знань. В результаті проведеного дослідження були сформульовані функціональні та не функціональні вимоги до програмної системи. До основних функціональних вимог належать створення тестів, проведення тестування, оцінка рівня знань та оцінка надійності тестів. До нефункціональних вимог належать зручність використання та здатність до перенесення.

Перспективою вирішення поставленої задачі є проектування, реалізація, тестування інформаційної системи та її апробація у навчальному процесі.

Список літератури: 1. *Steyer R.* Classical (Psychometric) Test Theory [Електронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / <http://metheval.uni-jena.de/materialien/publikationen/ctt.pdf/> — 01.08.2011 г. — Загл. с экрана. 2. *Чельшкова, М. Б.* Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие [Текст] / М. Б. Чельшкова. — М. : Логос, 2002. — 432 с. 3. *Wright, B.* Measurement Essentials. 2nd edition [Text] / B. Wright, M. Stone. — Wilmington, Delaware : Wide Range, Inc., 1999. — 221 p. 4. *Reeve B.* An Introduction to Modern Measurement Theory [Електронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / <http://moaweb.nl/bibliotheek/materiaal-bijeenkomsten-1/2009/pretesten-van-vragenlijsten-23-juni/> — 19.08.2011 г. — Загл. с экрана. 5. *Ким, В. С.* Тестирование учебных достижений. Монография. [Текст] / В. С. Ким. — Уссурийск : Издательство УГПИ, 2007. — 169 с. 6. *Майоров, А. Н.* Теория и практика создания тестов для системы образования (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования) [Текст] / А. Н. Майоров. — М. : Интеллект-центр, 2001. — 296 с. 7. Программа NetTest для компьютерного тестирования знаний в сети [Електронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / <http://kpolyakov.narod.ru/prog/nettest.htm>, 05.11.2011. 8. MyTest X – система программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов [Електронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / <http://mytest.klyaksa.net>, 05.11.2011. 9. Компьютерная система тестирования знаний «OpenTEST» [Електронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / <http://opentest.com.ua/opentest-2-1-0-portable/#more-53>, 05.11.2011. 10. Программные требования (Software Requirements по SWEBOK) [Електронний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: / http://swebok.sorlik.ru/1_software_requirements.html, 10.11.2011.

Поступила в редколлегию 23.11.2011

УДК 621.39

В.И.ТИХОНОВ, канд.техн.наук, доц., Одесская НАС им. А.С. Попова
Е.В.ТИХОНОВА, асп., Одесская НАС им. А.С. Попова

НОРМАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Сформульовано узагальнену модель взаємодії виділених об'єктів інфо-комунікаційної мережі у вигляді фракталу мережі для довільного типу продукту обміну. Проведено нормалізацію фрактальної моделі інформаційних потоків.

Ключові слова: Модель мережі, інформаційний потік, фрактал, нормалізація

Сформулирована обобщенная модель взаимодействия выделенных объектов инфо-коммуникационной сети в виде фрактала сети для произвольного типа продуктов обмена. Проведена нормализация фрактальной модели информационных потоков.